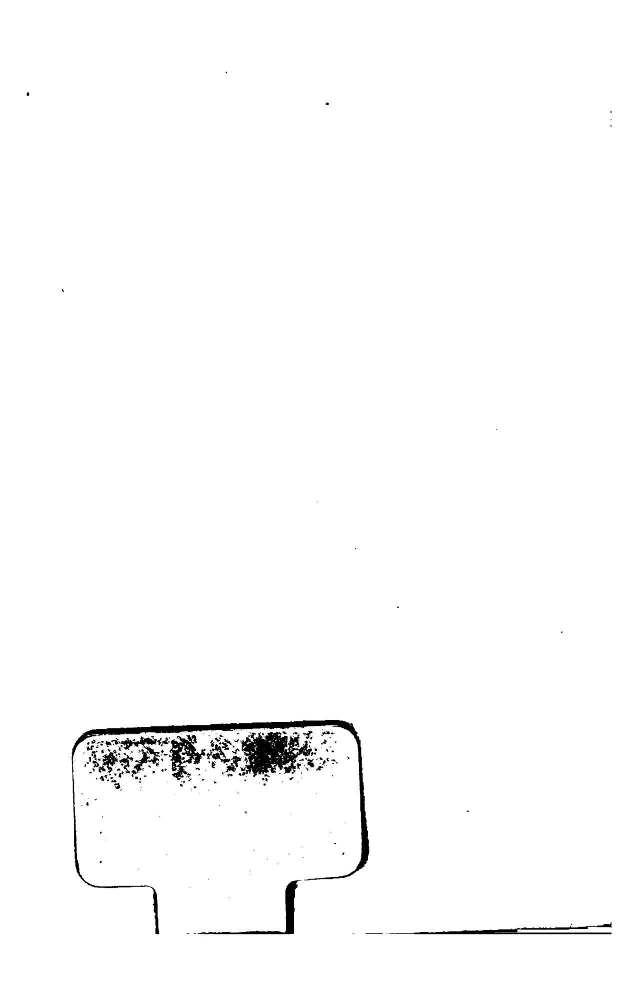

185. b.
3.



STÉRÉOSCOPE

SES EFFETS MERVEILLEUX.

PSEUDOSCOPE

SES EFFETS ÉTRANGES

PAR

M. L'ABBÉ MOIGNO

Aumônier du Lycée Louis-le-Grand.

Stéréoscope de Wheatstone.



PARIS

A. FRANCK, LIBRAIRE-ÉDITEUR

67, RUE RICHELIEU

ET J. DUBOSCQ, OPTICIEN, 21, RUE DE L'ODÉON

1852

STÉRÉOSCOPE.

Ce charmant appareil a été inventé par M. Wheatstone, qui le regarde comme un de ses plus beaux titres de gloire.

Le stéréoscope a pour but : 1° de faire coïncider les deux images obtenues d'un même objet, quand on le dessine en le regardant tour à tour de l'œil droit et de l'œil gauche ; 2° de prouver que la superposition de ces deux images donne la sensation spontanée et invincible des reliefs et des creux de l'objet, ou le montre tel qu'il est en lui-même.

Stéréoscope de M. Wheatstone, à images parallèles, ou par réflexion.

Le stéréoscope à images parallèles est représenté figure 1. Il se compose : 1° de trois cloisons verticales, dont les projections sont AB, AC, BD, et qui sont reliées entre elles par une planche horizontale ; 2° de deux miroirs fixes aussi verticaux ou placés de champ, IM, IM′, et faisant entre eux un angle droit. La cloison antérieure AB est percée de deux trous O, O′, dont la distance est égale à celle des yeux, et par lesquels on regarde. Si maintenant on applique symétriquement contre les cloisons latérales AC, BD, les deux images d'un même objet, les images, par exemple, *D* et *G*, fig. 2, d'une pyramide tronquée, telles qu'elles apparaissent quand la pyramide étant placée en E, on la regarde d'abord de l'œil droit, puis de l'œil gauche, on aura la sensation d'une pyramide tronquée en relief ou dont la petite base avancera vers l'œil. L'illusion ne sera complète qu'autant que, M et M′ étant deux points correspondants quelconques des deux images, les deux sommes $MN + MO$, $M'N' + M'O'$ seront respectivement égales entre elles et à $OE = O'E$; car c'est alors seulement que les images des deux points coïncideront comme s'ils ne faisaient qu'un point unique situé en E. Pour rendre ces distances parfaitement égales, M. Wheatstone employait une vis à double filet ou à double hélice, tournant l'une à droite, l'autre à gauche : les extrémités de la vis s'engageaient dans des écrous placés au bas des cloisons verticales AC, BD ; des appendices à queue d'aronde, fixés horizontalement aux cloisons, s'engageaient dans une coulisse ménagée dans la plan-

che du fond, de sorte qu'en tournant la vis dans un sens ou dans l'autre, les cloisons s'approchaient ou s'éloignaient. Deux petits tasseaux à coulisse, placés horizontalement en haut et en bas des cloisons, servaient à retenir les dessins ou images.

Si l'on intervertit les deux dessins géométriques *D* et *G*, fig. 2 ; c'est-à-dire si l'on place *D* à gauche et *G* à droite, la sensation sera elle-même intervertie : on verra, non plus une pyramide en relief, mais une pyramide creuse dont le sommet ou la petite base s'éloignera de l'œil.

Si, enfin, laissant toujours à droite l'image vue de l'œil droit, à gauche l'image vue de l'œil gauche, on renverse sens dessus dessous une des figures, ce qui les rendra complétement identiques, et ce qui revient à placer à droite et à gauche la même figure, on n'aura ni la sensation du relief, ni la sensation du creux, mais la sensation du plat absolu. Dans cette expérience comme dans les deux précédentes, il faut absolument que deux points correspondants quelconques des deux images soient situés sur une même ligne horizontale perpendiculaire aux deux cloisons.

Les faits que nous venons de constater démontrent que, dans les conditions normales, en mettant de côté le résultat de l'habitude ou de l'exercice des autres sens, nous avons la sensation des reliefs et des creux, et, par conséquent, nous apprécions les distances par la vision simultanée des deux yeux.

On a fait à la théorie de la vision binoculaire une objection très grave en apparence. Les personnes borgnes, dit-on, et qui de naissance ou accidentellement sont privées de l'usage d'un œil, perçoivent les reliefs et les creux, apprécient les distances et saisissent les effets de perspective. Le fait est vrai. Mais : 1° on conçoit facilement que d'une part l'exercice des autres sens et une longue habitude, de l'autre la distribution inégale des lumières et des ombres, puissent suppléer à l'absence d'un œil ; 2° la sensation des reliefs et des creux, des distances et des lointains, est certainement moins nette et moins vive chez les personnes borgnes ; 3° et c'est un fait très curieux, lorsqu'une personne borgne regarde un objet solide éloigné, la position de sa tête et la direction de son regard sont très mobiles et varient incessamment, sans qu'elle s'en rende compte, sans qu'elle ait la conscience de cette mobilité spontanée : elle cherche instinctivement, sans s'en douter, à obtenir sur sa rétine unique diverses images qui suppléent aux deux images naturelles des deux rétines, ou aux deux images artificielles du stéréoscope ; ce mouvement est d'ailleurs assez rapide pour que la seconde image se forme avant la disparition de la première, et

que de leur existence simultanée résulte l'estimation de la distance avec la perception des reliefs et des creux. Il ressort même de ce fait que les impressions si frappantes du stéréoscope, insaisissables aux personnes borgnes, louches, dont les axes optiques divergent, ou dont la vue varie en portée ou en intensité d'un œil à l'autre, pourront peut-être leur devenir accessibles, à la condition qu'elles promèneront rapidement leur œil unique, ou un de leurs yeux, de l'une à l'autre des images placées dans l'instrument. 4° Enfin tout le monde sait qu'il est très difficile d'enfiler une aiguille en s'aidant d'un seul œil, et de passer une pointe à travers une bague en fermant un des yeux; les borgnes aussi jouent très mal à la boule, etc.

Voici une autre expérience très curieuse dont nous donnerons la théorie quand nous reviendrons sur le stéréoscope considéré au point de vue de la constitution de l'œil et de la vision binoculaire. Si l'on place à la fois dans le stéréoscope les deux couples d'images 1 et 2, fig. 3, on aura, comme nous venons de le dire, en haut la sensation d'une pyramide tronquée en relief, en bas la sensation d'une pyramide tronquée en creux; or la petite base de la pyramide en creux qui fuit l'œil paraîtra beaucoup plus grande que la petite base de la pyramide en relief qui avance vers lui, et ce fait prouve que l'âme, en prononçant sur la grandeur des objets, tient spontanément compte des distances auxquelles l'œil les lui montre.

Il est facile aussi, avec le stéréoscope, de constater l'accroissement de clarté qui résulte de la vision simultanée des deux yeux; car si l'on applique contre les cloisons deux feuilles de papier blanc, on verra une feuille unique plus illuminée que celle que l'on aperçoit en ne regardant que d'un œil, dans les miroirs, soit la feuille de droite, soit la feuille de gauche.

Lorsqu'on place des deux côtés du stéréoscope les images de deux objets dissemblables, les dessins 1 et 2, par exemple, fig. 24, la vision n'a rien de net ni de fixe. Le cercle commun aux dessins demeure invariable, tandis que la lettre qui s'y trouve change alternativement, de telle sorte qu'on voit tantôt celle que regarde l'œil droit, tantôt celle que regarde l'œil gauche. Lorsque le changement commence, la lettre vue distinctement jusque-là se brise en plusieurs fragments, avec lesquels se mêlent des portions de l'autre lettre, qui est sur le point de paraître; bientôt après, cette dernière se forme et se dessine à son tour très nettement.

Les effets du stéréoscope, si extraordinaires et qui produisent une impression si vive, ne sont pas bornés à la représentation des objets géométriques. Si l'on installe contre les cloisons deux images d'un bas-relief, d'une statue, d'un être vivant, deux portraits d'une

même personne pris au daguerréotype sous des inclinaisons égales à droite et à gauche, et à des distances convenables, le bas-relief, la statue, la personne, etc., apparaîtront ce qu'ils sont dans la nature. On verra les yeux, les lèvres, le nez, toutes les parties saillantes du visage et du corps sortir très nettement du fond du tableau avec toutes leurs dimensions proportionnelles, et l'illusion sera complète. Pour rendre plus saisissant encore l'effet produit et grossir l'objet, on peut insérer, dans les trous des yeux percés dans la cloison antérieure, des lentilles concaves ou convexes choisies pour la vue de la personne à laquelle le stéréoscope est destiné, ou de petites lunettes que chacun adapte à sa vue.

Les modifications suivantes du stéréoscope par réflexion offrent assez d'intérêt pour qu'on ne doive pas les passer sous silence.

Stéréoscope à un seul miroir, fig. 21.

Les deux dessins B et A sont identiques; mais vue par réflexion sur le miroir M N, l'image du dessin B est renversée, et, en la faisant coïncider avec l'image A vue directement de l'œil droit, on a la sensation d'un cône en relief. Comme le chemin $R' I' + I' O'$ est plus long que R O, l'image réfléchie de B paraîtra un peu plus petite que A ; mais cette différence est trop faible pour empêcher le phénomène de se produire ; on la corrige au reste en rapprochant un peu le dessin B du miroir.

Stéréoscope à deux miroirs obliques, fig. 22 et 23.

En superposant l'image réfléchie de B avec le dessin A vu directement de l'œil droit, ou l'image réfléchie de A avec le dessin B vu directement, on a tour à tour la sensation d'un cône en relief ou creux : on peut aussi faire coïncider les deux images réfléchies.

Les stéréoscopes à miroir que nous venons de décrire ont l'avantage de pouvoir être construits sans le secours d'un artiste, avec des matières que chacun a sous la main : on peut, pour plus de commodité, installer le miroir ou les miroirs à l'extrémité d'un tube elliptique semblable à celui de la fig. 10; cette installation est surtout facile avec les miroirs inclinés en dehors, fig. 23.

Stéréoscope par réfraction de M. Brewster.

Sir David Brewster, en substituant deux prismes aux deux miroirs, et transformant ainsi le stéréoscope à réflexion en stéréoscope à réfraction, a rendu plus portatif ce délicieux instrument.

Supposons toujours, fig. 4, que *D* et *G* sont les deux images d'un

même objet vu tour à tour de l'œil droit et de l'œil gauche; considérons deux points M, M′ de ces deux images, et sur le trajet des rayons émis par ces points installons deux prismes P, P′: les rayons réfractés arriveront aux deux yeux O, O′, et sembleront partir d'un point unique E; de telle sorte que si l'angle des prismes et leur distance aux images *G* et *D* sont convenablement déterminées, ces deux images se superposeront en I, et leur superposition, comme dans le stéréoscope à réflexion, fera naître invinciblement la sensation des creux et des reliefs.

Une condition essentielle à remplir, c'est que les angles des deux prismes soient rigoureusement égaux, et qu'ils dévient les rayons exactement de la même quantité. Sir David Brewster a résolu complétement cette difficulté en substituant aux deux prismes les deux moitiés M, M′ d'une même lentille biconvexe, fig. 6, dans lesquelles on taille deux nouvelles lentilles L, L′ parfaitement symétriques, qui remplissent toutes les conditions voulues, et que l'on fixe aux extrémités de deux tubes.

La fig. 5 représente le stéréoscope de sir David Brewster tel qu'il a été construit par M. Jules Duboscq. C'est une boîte de bois ou de carton: on a ménagé dans la paroi supérieure une ouverture fermée par la fenêtre F mobile autour de la charnière C D; l'intérieur de la fenêtre est recouvert d'une feuille de papier d'étain brillant, qui sert comme réflecteur à projeter la lumière sur les dessins introduits par la coulisse A B et dressés contre le fond de la boîte. La distance des deux tubes qui renferment les prismes-lentilles est égale à celle des yeux, environ huit centimètres; on peut les enfoncer ou les retirer de manière à les adapter aux différentes vues. Pour que les deux images se superposent sans effort de l'œil, il est nécessaire que la distance entre deux points correspondants quelconques de ces deux images soit égale à deux fois la déviation produite par le prisme ou par les lentilles. Voici comment on détermine approximativement cette distance: on mesure d'abord la distance focale des deux lentilles, ou la distance à laquelle il faut placer l'image pour qu'elle soit vue le plus distinctement possible; puis, regardant de cette distance avec un seul œil à travers une des lentilles, on évalue la quantité dont l'image est déviée; le double de cette quantité est la distance cherchée entre les points correspondants des deux dessins. S'il existe quelque erreur dans cette détermination, l'observateur la corrigera dans le stéréoscope même en rapprochant ou en éloignant l'un de l'autre les deux dessins, jusqu'à ce que l'œil arrive à les voir coïncider sans effort, et perçoive à l'instant de la coïncidence la sensation vive et invincible du relief.

Les dessins ou images des objets peuvent être ou collés sur des cartons opaques, et éclairés comme nous l'avons dit par la lumière directe ou réfléchie qui entre par l'ouverture de la paroi supérieure ; ou rendus transparents comme les figures de la lanterne magique et éclairés par derrière, le fond de la boîte du stéréoscope restant alors vide. Les prismes lenticulaires n'ont pas seulement la propriété de dévier les images et de les superposer ; ils les montrent aussi amplifiées, de sorte que le stéréoscope à réfraction a sur le stéréoscope à réflexion l'avantage de faire voir avec des dimensions plus grandes les objets dont on n'avait obtenu au moyen du daguerréotype que des images assez petites. De plus, pendant que le pouvoir amplifiant de la lentille reste le même, quel que soit le point de sa surface à travers lequel on regarde, son angle prismatique ou l'angle des deux surfaces varie incessamment d'un point à l'autre : il est le plus grand possible dans la portion A″ fig. 7 qui touche le bord, il a une valeur moyenne dans la portion intermédiaire A′, et sa plus petite valeur dans la portion centrale A. Suivant donc que les deux prismes-lentilles du stéréoscope seront taillés dans la portion A″, ou dans la portion A′, ou dans la portion A, la déviation des images sera plus ou moins grande, le pouvoir amplifiant restant toujours le même. On conçoit d'ailleurs que plus les dessins sont grands, plus il faut les dévier pour amener les deux images à coïncider ; si donc on veut donner aux images des dimensions doubles, on pourra employer les verres taillés dans la portion A, si ces images sont très petites ; les verres taillés dans la portion A′, si elles sont un peu plus grandes ; et enfin les verres pris sur les bords A″ pour des dessins plus étendus encore. Sans changer la courbure des surfaces de la lentille ou en lui laissant la même distance focale, le même pouvoir grossissant, et en la prenant seulement plus épaisse, on peut rendre plus grand l'angle prismatique ou l'angle des bords, et obtenir des déviations assez fortes pour doubler les dimensions de dessins pris sur une grande échelle. Le stéréoscope par réfraction peut être construit dans des proportions plus ou moins grandes. Le modèle représenté, fig. 5, a dix-sept centimètres de longueur, dix-huit centimètres de largeur à la base, et neuf centimètres de hauteur. D'autres appareils de sir D. Brewster n'avaient que six centimètres de longueur ; il est même parvenu à faire construire un stéréoscope microscopique ou de poche, qui ne le cédait en rien aux plus grands appareils et donnait des effets extraordinaires. Dans les appareils réduits, on peut à une demi-lentille substituer un quart seulement de lentille, et construire par conséquent avec une seule lentille deux stéréoscopes de pouvoirs

réfringents et grossissants exactement égaux. Jusqu'ici dans l'optique pratique, on n'avait tiré aucun parti d'un quart de lentille.

Si l'on place dans le stéréoscope, fig. 5, les quatre dessins, fig. 16, et qu'on amène au centre d'abord le couple A, puis le couple B, de telle manière que les deux dessins A ou les deux dessins B soient réfractés seuls ensemble, on aura tour à tour la sensation d'un cône tronqué en relief, ou d'un cône tronqué creux. Mais ce même effet peut s'obtenir dans le stéréoscope à réfraction par les trois dessins fig. 16 bis. Le dessin A, se superposant au dessin B, donne la sensation du cône en relief, tandis que le dessin C, en se superposant au dessin B, donne la sensation du cône creux ; et l'on constate, comme nous l'avons déjà fait, que la petite base du cône tronqué en relief, quoique élancée vers l'œil, paraît beaucoup plus petite que la petite base du cône tronqué creux qui fuit l'œil.

C'est ainsi que la lune apparaît plus grande à l'horizon, parce que la comparaison avec les objets terrestres amène à juger qu'elle est plus loin de l'œil; plus petite au zénith où nous la jugeons plus rapprochée, parce que les termes de comparaison n'existent plus. Berkeley a proposé d'expliquer cette illusion optique par la différence de clarté entre la lune à l'horizon et la lune au zénith, mais cette explication n'est nullement fondée; car si au centre des couples de dessins A, B, fig. 16 ou 16 bis, sur la petite base des cônes tronqués, on colle des pains à cacheter plus ou moins clairs, plus ou moins sombres, la base du cône creux paraîtra toujours plus grande que celle du cône en relief, alors même qu'elle sera la moins éclairée.

Les deux formes de stéréoscopes que nous avons décrites, celle du stéréoscope à réflexion de M. Wheatstone, et celle du stéréoscope par réfraction de sir David Brewster, sont ce que nous pouvons appeler les formes classiques de ce genre d'appareils. MM. Brewster et Dove en ont imaginé beaucoup d'autres, que nous allons faire connaître rapidement.

Stéréoscope par réfraction et réflexion totale.

Il n'exige qu'un seul prisme et un seul dessin, ou une seule image de l'objet solide vu de l'œil droit ou de l'œil gauche; la seconde image est engendrée de la première, par l'intermédiaire de la réflexion totale sur la base du prisme unique. La fig. 8 met en évidence le principe sur lequel cette construction repose. *G* est le dessin d'un cône tronqué vu de l'œil gauche; B A C est un prisme isocèle dont la base est assez large pour que l'œil appliqué contre elle puisse voir par réflexion le dessin entier. Si donc l'observateur se place derrière la face A C, il verra à la fois avec l'œil droit le dessin *G*, avec

l'œil gauche une image renversée de G, identique avec la seconde image du groupe fig. 16 bis, et qui remplace par conséquent le second dessin du cône vu de l'œil droit : on se retrouvera donc dans les conditions du stéréoscope par réfraction, et lorsque le prisme sera tellement incliné que l'image produite par la réflexion totale se superposera au dessin G, on aura la sensation du relief du cône. On peut placer le prisme *abc*, fig. 11, près du sommet d'un tube conique, et à l'autre extrémité le dessin *omn*, appliqué contre un fond mobile qui puisse tourner autour de l'axe du tube conique. Les deux images coïncideront lorsque la ligne *mn* qui joint le centre de la base et le sommet du cône sera parallèle à la ligne des deux yeux. Si pour une position donnée du fond mobile, la sensation est celle d'un cône en relief, elle deviendra celle d'un cône creux quand le fond aura tourné de 180 degrés, puisque alors, au dessin A du groupe fig. 16 bis, on substitue le dessin B, ou réciproquement. Si l'on avait appliqué l'un au-dessus de l'autre, contre le fond mobile, les deux dessins A et B, on aurait eu simultanément la sensation du cône en relief et celle du cône en creux.

Ce stéréoscope n'est évidemment applicable qu'aux objets géométriques, ou dont la forme est telle que les images peintes sur les deux rétines sont complétement symétriques, l'une étant l'image de l'autre réfléchie par un miroir. Pour le rendre applicable à toute sorte d'objets, au lieu d'un prisme à réflexion totale, il faut en prendre deux, comme le représente la fig. 12, et choisir de préférence des prismes-hypoténuse ou à angle droit, afin d'obtenir un champ plus étendu et de pouvoir superposer de très grands dessins. L'image unique résultant de la superposition paraît considérablement amoindrie, parce qu'elle est vue beaucoup plus près de l'œil, mais l'adjonction de deux lentilles convexes L, L' corrigera cette imperfection. La fig. 11 représente le nouveau modèle de stéréoscope à réflexion totale construit par M. Jules Duboscq, et qui embrasse les plus grandes images daguerriennes.

Stéréoscope à un seul prisme réfringent.

Il consiste, fig. 13, en un seul prisme P à angle réfringent très petit, capable de dévier assez l'image A pour la superposer au dessin B vu directement de l'œil droit, et très voisin de A. Si l'angle du prisme est assez petit et s'il n'est pas formé d'une substance douée d'un pouvoir dispersif trop considérable, l'image réfractée sera à peine colorée, et la sensation des reliefs et des creux ne sera pas empêchée. En substituant au prisme simple P le prisme double PP', fig. 14, on pourra faire coïncider tour à tour soit l'image de A, vue

à travers le prisme P, avec le dessin B vu directement de l'œil droit; soit l'image de B vue à travers le prisme P', avec le dessin A vu directement de l'œil gauche; et avoir tour à tour la sensation d'un cône creux ou d'un cône en relief.

La fig. 15 représente une flèche avançant vers l'œil; la fig. 17, un panier avec anse proéminente; la fig. 18, un portique; la fig. 19, un polyèdre étoilé de la collection de M. Hessemer; la fig. 20, le buste de M. Arago, d'après M. David (d'Angers).

Moyen de suppléer au stéréoscope par le jeu des yeux.

Quelques personnes, mais en très petit nombre, ont la faculté de faire coïncider ou de superposer, par un mouvement imprimé à leurs yeux, les dessins juxtaposés d'un objet; elles arrivent ainsi sans l'intervention du stéréoscope à la sensation des reliefs et des creux. En s'aidant du procédé suivant, on atteint plus facilement ce but. Sur une plaque de verre M N, on colle un très petit cercle de papier blanc D, et en avant de la plaque on installe trois dessins semblables ou symétriques A, B, C, qu'il s'agit d'unir ou de faire coïncider, A avec C ou avec B. On tient avec les deux mains devant les yeux la plaque de verre, à une distance telle qu'en regardant avec l'œil gauche O' et fermant l'œil droit, le cercle D cache le dessin C, et qu'en regardant avec l'œil droit O et fermant l'œil gauche, ce même cercle D recouvre le dessin A. Alors en fixant d'une manière continue pendant un temps assez court, et avec les deux yeux ouverts, le cercle D, on verra les deux dessins A et C unis ou superposés dans un plan situé à la même distance de l'œil que ce cercle. Pour faire coïncider A avec B, il faudrait tenir la glace M N à une plus grande distance de l'œil. En répétant souvent cet exercice dangereux, on pourrait arriver à se passer de stéréoscope.

Tracé graphique des images stéréoscopiques.

Indiquons en quelques mots la manière de dessiner sur un plan les figures dissemblables des solides nécessaires à la production des phénomènes du stéréoscope. Admettons que D et G soient les positions de l'œil droit et de l'œil gauche; menons la ligne D G, et de son point milieu A abaissons une perpendiculaire A C au plan M N, sur lequel on doit dessiner l'objet en relief, une pyramide, par exemple, dont la hauteur est C H, ou dont la base est sur le plan M N et le sommet en H. La ligne G H rencontrera le plan M N en H_1, et CH_1 sera la projection de la hauteur C H du solide vu de l'œil gauche; CH_2 serait de même la projection de la hauteur C H

de l'objet vu de l'œil droit, H_1 et H_2 seront sur les dessins les sommets de la pyramide. Appelons E la distance des deux yeux G D; D la distance A C du plan M N à la ligne des deux yeux, H la hauteur C H du solide, h la projection CH_1 de cette hauteur: en comparant les deux triangles semblables G H A, CHH_1, on aura

$$CH_1 : CH = AG : AH, h = \frac{HE}{2(D-H)}.$$

Dans le stéréoscope, D est égal à environ 8 pouces, la distance E des deux yeux est d'ailleurs égale à 2 pouces 1/2; quand on donnera H, il sera donc facile de calculer h. On trouvera de cette manière:

Pour $H=1$ p., $D-H=7$, $h=0,279$; $H=2$ p., $D-H=6$, $h=0,4166$; $H=3$, $D-H=5$, $h=0,75$; $H=4$, $D-H=4$, $h=1,25$; $H=5$, $D-H=3$, $h=2,088$; $H=6$, $D-H=2$, $h=3,75$; $H=7$, $D-H=1$, $h=8,75$; $H=8$, $D-H=0$, $h=\infty$.

Si au lieu de considérer un solide en relief, nous considérions un solide creux dont le sommet serait en H' et $CH'=H'$ la profondeur, on trouverait, en appelant h' la hauteur projetée CH'_1,

$$h' = \frac{H'E}{2(D+H')}.$$

D'où l'on aurait déduit les valeurs suivantes:

$H'=1$ p., $h'=0,139$; $H'=2$ p., $h'=0,25$; $H'=3$, $h'=0,34$; $H'=4$, $h'=0,4166$; $H'=5$, $h'=0,48$; $H'=6$, $h'=0,535$; $H'=7$, $h'=0,58$; $H'=8$, $h'=0,625$; $H'=9$, $h'=0,663$; $H'=10$, $h'=0,696$; $H'=11$, $h'=0,723$; $H'=12$, $h'=0,75$, etc.

Les valeurs de h' croissent donc beaucoup moins rapidement que celles de h, et elles ne deviennent pas infinies.

Réciproquement, quand on connaît les valeurs de h et de h', on peut déterminer celles de H et H'; on a en effet:

$$H = \frac{2(D-H)}{E}h, \quad H' = \frac{2(D+H)}{E}h'.$$

Comme dans les figures dissemblables du stéréoscope, h est toujours égal à h', il en résulte que H' est toujours plus grand que H dans le rapport de $D+H$ à $D-H$, et que, par conséquent, quand pour obtenir la sensation d'un solide creux on renverse les deux dessins dont la superposition donnait la sensation du solide en relief, la profondeur du solide creux paraît toujours beaucoup plus grande que la proéminence du solide en relief.

Si, par exemple, h et h' sont tous deux égaux à 0,75, on aura : $H : H' = 3 : 12 = 1 : 4$. Si $h = h' = 0,4166$, $H : H' = 2 : 4 = 1 : 2$, etc.

Production photographique des dessins stéréoscopiques.

Comme nous l'avons déjà dit, le stéréoscope est surtout avantageux lorsqu'il s'agit de la reproduction des bas-reliefs, des statues, des paysages ou vues de la nature ; mais il serait impossible d'exécuter à la main les dessins dissemblables dont la superposition doit donner la sensation des reliefs et des creux. On ne peut y parvenir qu'avec l'aide du daguerréotype. Il semblerait plus convenable d'employer, à cet effet, une chambre obscure binoculaire ou avec deux ouvertures munies de deux lentilles de même diamètre et de même distance focale. Comme il est presque impossible de construire deux lentilles simples et à plus forte raison deux lentilles achromatiques parfaitement identiques, il faudrait faire pour la chambre obscure ce que l'on a fait pour les prismes-lentilles du stéréoscope, et ajuster devant les ouvertures de la chambre obscure les deux moitiés d'un objectif unique ; de telle sorte que les diamètres de bisection soient parallèles entre eux, et que la distance des deux centres soit de deux pouces et demi, huit centimètres, ou la distance des deux yeux.

Mais il est évident que la chambre obscure ainsi construite, dans laquelle la distance des deux objectifs serait limitée à deux pouces et demi, ne serait apte qu'à donner les images d'objets peu étendus, de statues de petites dimensions qui ont assez de relief, pour que, dessinés à la distance de la vue distincte, ils donnent des images vraiment dissemblables. Comment faudrait-il opérer s'il fallait obtenir pour le stéréoscope des figures de grands objets. Un pied d'étendue est une dimension très convenable pour une statue ou un objet d'art que l'on regarde des deux yeux : ses reliefs et ses creux sont alors très bien saisis. Cela posé, si l'on désigne par $1 : n$ la proportion dans laquelle le morceau d'art dont on veut prendre deux images au daguerréotype doit être réduit pour que sa plus grande dimension ne soit plus que d'un pied, la distance des deux objectifs de la chambre obscure devra être égale au produit de n par deux pouces et demi. Ainsi, dans le cas d'une statue haute de dix pieds, n sera 10, et la distance des deux objectifs dix fois deux pouces et demi ou vingt-cinq pouces. Quand les objectifs seront ainsi espacés, les deux dessins de la statue donneront les mêmes sensations de relief que si l'on voyait la statue colossale elle-même, avec des yeux distants de vingt-cinq pouces, ou avec nos yeux une

réduction au dixième de la statue colossale faite avec une précision mathématique. On peut même affirmer que la statue vue au stéréoscope par le moyen des dessins dissemblables sera mieux vue ou donnera mieux le sentiment de tous ses détails que si l'on regardait la statue colossale elle-même sous un angle de grandeur apparente plus grand, égal ou plus petit. Il est certain, en effet, que les copies mathématiquement réduites des objets, celles par exemple, obtenues par le procédé Collas, les font mieux voir et mieux apprécier, ou les montrent sous un jour plus favorable, soit qu'on regarde avec un seul œil, soit qu'on regarde avec les deux yeux. Pour mieux faire comprendre ce fait quelque peu paradoxal, supposons que l'objet de la vision soit une demi-sphère : si son diamètre dépasse la distance des deux yeux, on ne la verra pas complète, à moins de se placer à une distance infinie qui la ferait disparaître ; on n'en apercevra qu'un segment dont le relief n'est plus égal au rayon de la sphère, mais seulement à la hauteur de la calotte visible : or dans la sphère réduite la portion ou la calotte embrassée par les yeux est beaucoup plus grande, et le relief, par conséquent, plus sensible.

La nécessité de couper en deux les objectifs, surtout quand ce sont, comme pour le daguerréotype, des objectifs composés ou à quatre verres, est une opération dangereuse et un inconvénient très grave. A la chambre obscure binoculaire substituer deux chambres obscures, c'est plus difficile encore, car il n'existe pas d'objectifs parfaitement égaux ou identiques. Si, donc l'on n'avait pas inventé un autre moyen d'obtenir les images dissemblables du stéréoscope, ses applications à la reproduction des objets d'art et des vues de la nature auraient été très limitées. Ce moyen, sir David Brewster ne l'a pas indiqué, mais il est très heureusement mis en œuvre par M. Jules Duboscq. Il consiste à prendre successivement de la même distance et sous des angles égaux de quelques degrés à droite, et de quelques degrés à gauche, avec la même chambre obscure, deux images de la statue, du bas-relief, du groupe, du paysage, etc. ; ou deux portraits de la même personne, etc. La distance de la chambre obscure est déterminée par les dimensions de l'image qu'on veut obtenir : sur le plancher, au point où il est rencontré par la verticale abaissée du centre de l'objet, on fixe l'extrémité d'une alidade ou règle de bois de longueur égale à la distance de l'objectif à l'objet. Une base fixée à la seconde extrémité de l'alidade porte la chambre obscure que l'alidade, par conséquent, peut entraîner dans sa rotation, sans que l'objectif cesse de regarder l'objet et d'être constamment au foyer. Pour mieux se repérer, on trace sur le plancher un arc de cercle

que la seconde extrémité de l'alidade parcourt dans son mouvement de rotation, et sur lequel on a indiqué les points extrêmes où cette alidade doit s'arrêter. Cela posé, quand on a pris d'un certain nombre de degrés vers la droite une première image daguerrienne de l'objet, on fait tourner l'alidade, et avec elle la chambre obscure; on l'amène au même nombre de degrés vers la gauche, et sur une seconde plaque préparée on prend la seconde image.

Les innombrables épreuves daguerriennes exécutées par la méthode de M. Jules Duboscq ne laissent absolument rien à désirer; elles produisent des effets étonnants, et il ne restait plus qu'un vœu à former, c'était que la photographie sur papier fît assez de progrès et devînt un art assez constant dans ses résultats pour que l'on pût substituer dans tous les cas des dessins sur papier et sans reflets, aux images daguerriennes dont le miroitage rend la vision plus difficile et moins nette.

Ce vœu est aujourd'hui pleinement exaucé; l'un des plus habiles photographes de la France et du monde produit à coup sûr des épreuves positives sur papier qui remplacent parfaitement les images daguerriennes. On a fait mieux encore, on a substitué aux épreuves sur papier des épreuves positives sur verre transparent, que l'on regarde à travers le fond ouvert du stéréoscope, et qui produisent une impression vraiment magique. Les premiers dessins de ce genre qu'il nous a été donné d'admirer sont des représentations des quatre grands bas-reliefs de l'Arc de triomphe de l'Étoile, et nous ne pouvions pas nous lasser de les contempler. Les effets de lumière, clair, clair-obscur, et sombre, ainsi obtenus, dépassent tout ce qu'on pourrait imaginer : c'est une ère entièrement nouvelle ouverte à la photographie; et à ce point de vue le stéréoscope à dessins transparents est une bien plus grande merveille que le daguerréotype.

Vision stéréoscopique des objets colorés.

Si l'on colore de teintes différentes et prises au hasard les deux dessins du stéréoscope, on éprouvera la même sensation que dans le cas où les deux dessins représentent des objets différents (fig. 24); les deux teintes arbitraires ne tendront pas à se fondre l'une dans l'autre pour donner naissance à une teinte résultante unique; on verra tantôt l'une, tantôt l'autre. Mais si les couleurs des deux dessins sont rigoureusement complémentaires, de telle sorte que leur ensemble donne du blanc, les deux yeux n'auront plus la sensation de la couleur des dessins qu'ils regardent, l'image unique du stéréoscope sera perçue tout à fait blanche et incolore. Cette expérience

a d'abord été faite par MM. Léon Foucault et J. Reynault. Ils substituaient aux cloisons du stéréoscope à réflexion deux glaces transparentes sur lesquelles ils collaient, bien en face l'un de l'autre, deux écrans circulaires de papier blanc; deux larges faisceaux lumineux de teintes complémentaires obtenus au moyen des phénomènes de polarisation chromatique tombaient sur les cloisons transparentes qui, à cause de leur transparence même, restaient obscures, et les deux écrans circulaires étaient seuls éclairés. Vus dans les miroirs du stéréoscope, et amenés ainsi à coïncider, ces deux disques colorés de teintes complémentaires très vives, donnaient la sensation d'un cercle blanc. On pouvait faire passer les écrans par toutes les teintes complémentaires que donne l'appareil sans qu'on eût jamais la sensation de la couleur; on ne voyait jamais que de la lumière blanche. Cette expérience est bien plus facile à réaliser avec le stéréoscope par réfraction à fond transparent; il suffit en effet, alors, de faire tomber les deux faisceaux de teintes complémentaires, séparés par leur passage à travers deux trous percés dans une feuille de carton, l'un sur l'une, l'autre sur l'autre des deux images daguerriennes sur verre albuminé. En les regardant alors des deux yeux, on constate non sans surprise l'absence complète de couleur: on dirait les images éclairées simplement par de la lumière blanche.

Passé et avenir du stéréoscope.

M. Wheatstone est bien certainement l'inventeur du stéréoscope. Léonard de Vinci avait entrevu la différence qui existe entre les images d'un même objet vu tour à tour des deux yeux, et pressenti les effets de leur perception simultanée. M. de Haldat, de Nancy, le doyen d'âge et le plus infatigable des physiciens français, a le premier étudié expérimentalement les effets de la vision simultanée de deux objets de formes et de couleurs dissemblables. De ces expériences consignées dans le *Journal de physique* de l'abbé Rozier, à la construction du stéréoscope, il n'y avait qu'un pas, et M. de Haldat était digne de le franchir; mais ce bonheur et cette gloire étaient réservés à M. Wheatstone.

Le stéréoscope à réflexion fit sa première apparition le 21 juin 1838, au sein de la Société royale de Londres. M. Wheatstone affirme qu'il construisit aussi le stéréoscope par réfraction, en substituant deux prismes aux deux miroirs: il faut cependant reconnaître que le stéréoscope par réfraction n'a existé que du jour où naquit l'heureuse pensée de faire tailler les deux prismes dans les deux moitiés d'une même lentille. Dix longues années s'écoulèrent sans que cette

étonnante découverte excitât l'attention du monde savant. Elle était même presque complétement oubliée, lorsque sir David Brewster construisit son stéréoscope à réfraction; et sans le voyage que l'illustre physicien écossais fit à Paris, dans l'automne de 1850, le stéréoscope serait retombé dans l'oubli. Vivement frappé des effets extraordinaires du stéréoscope par réfraction, je priai sir D. Brewster d'en confier la construction à M. Jules Duboscq, successeur de M. Soleil, dont les ateliers sont et le centre et le point de départ des progrès de l'optique moderne. Cette fois le succès a couronné nos efforts, et, dans l'année 1851, plus de mille stéréoscopes ont été vendus en France, en Angleterre et en Allemagne. Autant il fut autrefois méconnu et dédaigné, autant ce charmant appareil est à l'heure qu'il est recherché et populaire. Il est riche d'un immense avenir, car il est le couronnement et l'apothéose de la photographie; le jour viendra où tous les dessins photographiques, paysages, vues de monuments, portraits, etc., s'associeront constamment par couples dans le stéréoscope pour montrer les objets tels qu'ils sont offerts par la nature.

On réalisera ainsi des galeries de portraits qui ne seront plus des fictions de peintres ou de sculpteurs, des toiles plates appendues aux murs, ou des marbres glacés, mais l'expression vivante des têtes fortes ou belles que l'on voulait immortaliser; des musées, reproduction au vif de tous les chefs-d'œuvre de la sculpture antique et moderne; des collections de tous les sites vantés et célèbres, de toutes les grandes ruines, de tous les monuments d'architecture vus tels qu'ils sont en eux-mêmes avec le sentiment profond de la réalité que le pinceau des Claude le Lorrain, des Hobbema, des Poussin, etc., était impuissant à rendre, etc., etc. Les vues des galeries gigantesques de l'exposition universelle de Londres; les groupes de famille, père, mère, enfants, de M. Claudet; les vues de l'Arc de triomphe de l'Étoile et toute la belle collection de M. Jules Duboscq, sont des gages certains d'un succès colossal.

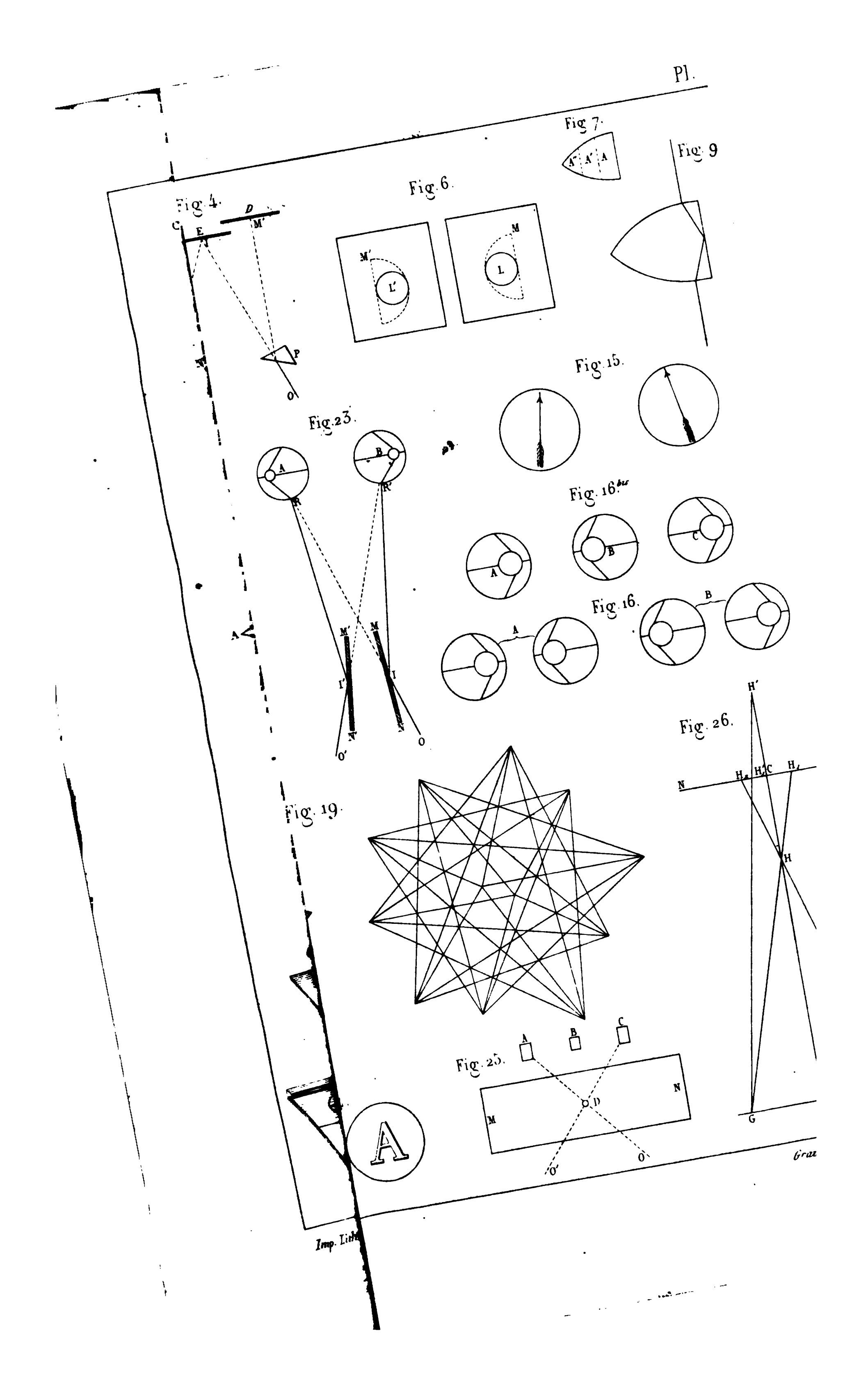
PSEUDOSCOPE.

Comme nous l'avons vu, le stéréoscope donne la sensation du relief naturel des corps, ou nous les montre tels qu'ils sont dans la nature, lorsque l'on place à droite l'image vue de l'œil droit, à gauche l'image vue de l'œil gauche; mais il permet aussi de transformer les reliefs en creux, et cette inversion de la sensation s'obtient par trois moyens: 1° en plaçant à droite l'image vue de l'œil gauche,

à gauche l'image vue de l'œil droit; 2° en substituant séparément à chaque dessin son image réfléchie; 3° en renversant ou plaçant de haut en bas l'un et l'autre des dessins. Dans chacun de ces trois cas, au lieu de voir une statue, par exemple, on voit ce que l'on appelle en terme d'art, le bon moule ou le moule creux de cette statue, à tel point que l'on serait tenté d'y couler du plâtre pour la reproduire en relief. Et ce nouvel effet prouve invinciblement que les sensations produites par le stéréoscope sont, non pas une illusion, mais une conséquence physique nécessaire de la vision binoculaire: de quelque manière, en effet, que soit placé chacun des deux dessins, vu séparément d'un seul ou des deux yeux, il donne la sensation d'une représentation plate de l'objet. Cet effet de transformation réciproque des reliefs en creux et des creux en reliefs a suggéré à M. Wheatstone l'idée d'un nouvel instrument appelé par lui *pseudoscope*, parce qu'il impose invinciblement à l'âme une perception fausse des objets de la nature. Le pseudoscope se compose de deux prismes à réflexion totale, ajustés dans une même monture, placés l'un devant l'œil droit, l'autre devant l'œil gauche, et à travers lesquels on regarde non plus deux dessins dissemblables, mais l'objet lui-même. Chacun des prismes produit sur la rétine correspondante une image renversée de l'objet; les deux images sont en même temps superposées, mais leur superposition montre plus rapprochés les points plus distants, plus distants les points les plus rapprochés, et transforme par conséquent les reliefs en creux, les creux en reliefs. Pour l'œil armé d'un pseudoscope, c'est un monde tout nouveau, le monde primitif renversé : une sphère solide apparaît une calotte creuse; une coupe creuse ou concave devient un solide convexe; un buste se transforme en un masque à cavités profondes; une peinture encadrée suspendue à un mur semble logée dans une cavité percée dans le mur; les ombres des objets éclairés par une bougie ou une lampe se montrent autant en avant de l'objet qu'elles se montrent en arrière dans la vision ordinaire, etc., etc.

Note essentielle. Les miroirs du stéréoscope à réflexion ont l'inconvénient grave de renverser les images. Pour obtenir les effets que j'ai décrits pages 1, 2 et 3, il faut donc placer à droite l'image vue de l'œil gauche, à gauche l'image vue de l'œil droit; et si je n'ai pas tenu compte dans le texte de ce renversement, c'est pour conserver toute sa netteté à la théorie de la vision binoculaire.

Paris. — Imprimerie de L. Martinet, rue Mignon, 2.
(Quartier de l'École-de-Médecine.)


Fig. 4.
D
C
E
M'
P
O
Fig. 6.
M'
L'
M
L
Fig. 7.
A
Fig. 9
Fig. 15.
Fig. 23.
A
B
R
R'
M'
M
I'
I
N'
N
O'
O
Fig. 16.bis
A
B
C
Fig. 16.
A
B
Fig. 26.
H'
N
H
G
Fig. 19.
Fig. 25.
A
B
C
M
N
D
O'
O
A
Imp. Lith
Gra

